УДК 656.13.05

В.Н. Шуть, Е.Е. Пролиско
Брестский государственный технический университет
Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МЕТРО ТРАНСПОРТ НА БАЗЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

V.N. Shuts, E.E. Prolisko
Brest State Technical University
Belarus, 224017, Brest, st. Moskovskaya, 267

ALTERNATE TRANSPORTATION METRO-BASED MOBILE ROBOTS

В статье предложен проект интеллектуальной транспортной системы массовой конвейерной перевозки пассажиров на базе мобильных автономных роботов, собираемых в караваны по кассетному принципу. Такой новый тип общественного транспорта направлен на повышение мобильности и гибкости перевозки пассажиров, а также несет в себе значительные экономические выгоды, так как по производительности перевозки не уступает метро и в тоже время по стоимости изготовления и обслуживания на порядок ниже. Проект находится на стадии эскизного проектирования. В настоящее время проводится компьютерное моделирование системы в различных режимах интенсивности пассажиропотоков.

Ключевые слова: дорожное движение, адаптивное управление, пассажиропоток, коэффициент наполнения транспортного средства, интеллектуальная транспортная система.

A project of intelligent transport system is discussed in the article. The system is based on mass transportation of passengers by means of mobile autonomous robots. The robots are assembled in caravans on cluster basis. This new type of public transport system is aimed to increase mobility and flexibility of public conveyance. It also ensures significant economic benefits - since efficiency is almost equal to metro transportation but at the same time the cost of manufacturing and maintenance is much lower. The project is at the stage of conceptual design. Ongoing research is related to computer simulation of the system in different conditions and intensity of passenger traffic.

Keywords: traffic, adaptive control, passenger traffic, rate of vehicle utilization, intelligent transportation system.

Введение

Во многих странах Европы, и даже в экс-СССР, скоростные трамваи (Stadtbahn) выполняют функцию своеобразного наземного метро: они недороги в эксплуатации, передвигаются со скоростью от 25 и до35 км/ч, экологичны, надежны и комфортабельны, не мешают другим видам наземного транспорта. Строительство путей для них на два порядка ниже строительства метро (так, стоимость 1 км. метро составляет от 40 до 60 млн. долларов). Чтобы скоростной трамвай был по-настоящему скоростным, необходимо менять организацию движения: предоставлять ему приоритет проезда перекрестков, зажигать для него зеленый сигнал светофора раньше. И, конечно, желательно пускать его по выделенным линиям, отделенным от проезжей части улицы мини-заборчиками.

Но скоростной трамвай не дотягивает до метро по провозной способности в 3-4 раза. Повысить провозную способность этого типа транспорта возможно за счет увеличения скорости его движения (к примеру, в метро скорость движения составляет 35-40 км./ч.). Помимо этого необходимо увеличить количество составов, что ведет к увеличению числа водителей. Причем это увеличение должно быть очень существенным, учитывая, что объем вагонов трамвая намного меньше вагонов метро. Поэтому скоростной трамвай уступает существенно метро по основной характеристике: провозной способности или производительности.

Современное состояние информационно-коммуникационных технологий позволяет на базе мобильных автономных роботов строить наземную транспортную систему при полном отсутствии в ней человека высокой производительности, даже превышающей метро, надежной и безопасной. Именно информационную систему, в которой транспортное средство является лишь элементом системы и может функционировать только в её составе в отличие от известных транспортных средств, таких как автобус, троллейбус, трамвай, поезд метро, которые функционируют автономно. И если бы человечество имело такой инструментарий, как сейчас в 1863 году (год начала строительства Лондонского метро), то метро в его современном виде никогда бы не строилось из-за его очень высокой трудоемкости строительства.

Цели и задачи

Предлагается совершенно новый тип полностью автоматического городского общественного транспорта. Данный тип транспорта высокопроизводителен (не уступает метро), безопасен, энергоэкономичен и способен без помех со стороны других транспортных средств функционировать в насыщенной улично-дорожной среде. Данный тип транспорта является транспортом по запросу, т.е. адаптирован к любому пассажиропотоку (большому, среднему, низкому). Время ожидания пассажиром транспорта минимально и составляет 20 секунд. При этом пассажирам предоставляется возможность движения из пункта А в пункт В без остановок.

Частный автомобильный транспорт не способен обеспечить высокую провозную способность магистрали, т.к., по данным [1], в каждом авто в среднем перемещается 1,2-1,5 человека. Отсюда следует, чтобы избежать транспортного коллапса, необходимо разгрузить перенасыщенные магистрали путем расширения масштабов перевозок общественным транспортом наземного типа и высокой производительности, приближающейся к производительности метро. Строительство последнего является дорогостоящим мероприятием (1км. метро стоит 40-60 млн. долларов) [2].

Транспорт высокой производительности не должен иметь помех со стороны других участников движения или со стороны дорожной инфраструктуры УДС (к примеру, светофоров). Достичь такого эффекта возможно, в настоящий момент, путем разнесения различных транспортных потоков по уровням. Отсюда, соответственно, имеем подземный, наземный и надземный транспорт. Последний движется по надземным эстакадам. Строительство эстакад примерно от 4 до 8 раз менее затратно, чем строительство подземного транспорта (метро). С точки зрения безопасности пассажиров, такой транспорт на порядок более безопасен, чем метро. Но надземный транспорт плохо вписывается в городскую инфраструктуру и искажает облик города.

Таким образом, безпомеховый наземный транспорт массовой перевозки пассажиров является лучшей альтернативой городского транспорта будущего. Предлагаемый тип транспорта является системой, в которой информационные процессы (сбор информации, обработка информации, принятие решений) выполняются постоянно и составляют основу информационной транспортной системы. Нарушение любого из этих процессов делает систему неработоспособной. Единичным транспортным средством системы является автономный электрокар (без водителя) вместимостью до 50 человек. По ассоциации назовем его инфобусом. В отличие от известных транспортных пассажирских средств (автобус, троллейбус, трамвай и т.д.), которые работают автономно, инфобус может функционировать только в составе информационной транспортной системы.

Концепция и методология

Система состоит из полностью автоматического транспортного средства (инфобус), установленного на две узкие рельсы. При этом инфобусы собираются в кассеты (отсюда термин «кассетный тип транспорта»), состоящие из различного числа единиц. В кассету собирается различное число инфобусов в зависимости от мощности пассажиропотока в текущий момент времени.

Система начинает свою работу после того, как на центральный пункт управления поступает сигнал с остановки. Находящиеся на остановках пассажиры выбирают на пульте управления необходимый маршрут следования инфобуса. На основе полученных сигналов, центральный пункт управления распределяет пассажиров по электромобилям. В зависимости от этого на маршрут выдвигается определенное количество инфобусов. Первым в цепочку становится инфобус, транспортирующий пассажиров на самую дальнюю остановку N, затем инфобус, транспортирующий пассажиров на остановку N-1. На наружном информационном электронном табло инфобуса будут высвечиваться названия остановочных пунктов. После загрузки электромобиль передает информацию на центральный пункт управления, который, в свою очередь, делает перерасчет свободного места в инфобусах, продолжая принимать сигналы с остановок.

Если инфобус набирает неполное количество пассажиров на самую дальнюю остановку N, то тогда он загружает пассажиров, следующих на остановку N-1. Если же на остановку N набирается количество пассажиров больше вместимости инфобуса, то они автоматически распределяются на следующий инфобус.

Система контроля количества транспортируемых пассажиров опирается на систему оплаты за проезд, а также на систему детектирования вошедших в инфобус пассажиров. Оплата проезда производится при входе на специализированной остановке. Загрузка пассажиров выполняется в течение установленного времени, по окончании которого дается специальный сигнал.

Центральный пункт управления заранее, перед следующей остановкой, передает инфобусу информацию о загрузке новых пассажиров, и инфобус меняет названия следующих остановочных пунктов на информационном табло. По прибытию на нужную остановку инфобус останавливается и передает сигнал о разгрузке пассажиров центральному пункту управления.

Если инфобус по прибытии на остановку не получил заявки на транспортировку новой партии пассажиров, он отправляется на станцию для подзарядки аккумуляторных батарей и ожидания поступления новых заявок.

Общая схема транспортной системы представлена на рисунке1.

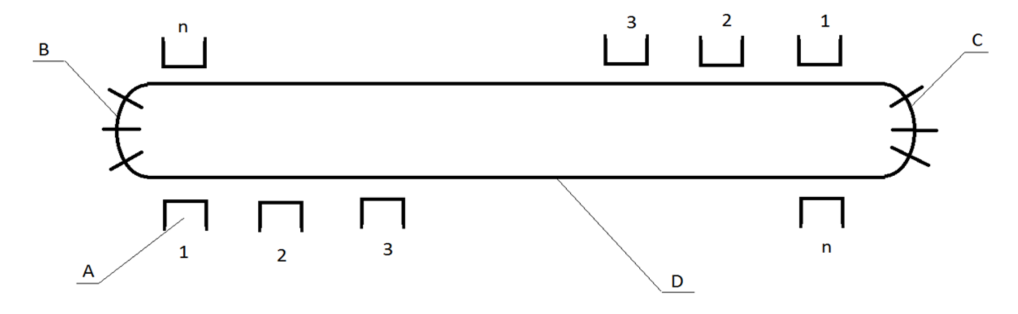


Рис. 1 Схема транспортной системы « Инфобус»

А – остановки, В, С – места хранения и зарядки электрокаров (инфобусов), D – пути.

Структура технического обеспечения инфобуса

Структура технического обеспечения инфобуса:

1) ультразвуковой датчик – ультразвуковой измеритель расстояния в неразборчивой акустической среде на основе пьезоэлектрических преобразователей. С помощью ультразвуковых датчиков могут определяться твердые, жидкие, зернообразные и порошкообразные объекты;
2) модуль видеонаблюдения за салоном предназначен для контроля правонарушений;
3) датчик GPS - для контроля за местоположением инфобуса на линии;
4) беспроводной модуль взаимодействия с другими инфобусами – для обмена информацией между ними;
5) модуль справочной информации - карта города (с возможностью отображения настоящего местоположения), расписание городского транспорта и другая справочная информация;
6) модуль контроля за состоянием дверей;
7) кнопка аварийного вызова диспетчера.

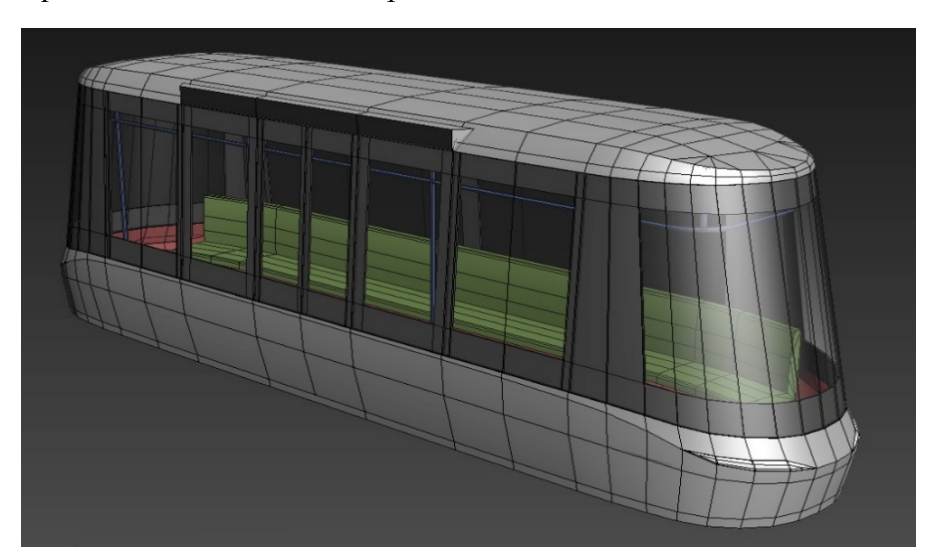


Рис. 2. Внешний вид инфобуса

Для функционирования системы необходимым является использование различного оборудования [3].

Модуль детектирования. Данный модуль предназначен для установления факта нахождения и отслеживания траекторий движения объектов, попавших в поле зрения видеокамер.

Для видеонаблюдения предлагается специализированная система видеозаписи для автотранспорта, позволяющая вести запись событий в салоне электрокара, в зоне высадки-посадки пассажиров и проезжей части с курсовой камеры.

Датчик GPS-система осуществляет контроль за пройденным маршрутом, временем и скоростью движения электрокара с привязкой к карте и времени с помощью GPS-модуля. Устройство имеет встроенный трехосевой датчик удара - G-сенсор, который фиксирует внезапное ускорение, торможение, колебания инфобуса. Результирующий график может быть использован для анализа величины силы удара, воздействующего на пассажиров во время движения инфобуса.

Модуль взаимодействия с другими инфобусами предназначен для осуществления беспроводной связи при передаче данных. Взаимодействие производится на

ультравысоких частотах. Подключается к другим модулям по протоколу Modbus. Обмен данными устройств, подключенных к беспроводной сети с помощью модулей, происходит автоматически, без каких-либо специальных команд. Система кодирования за счет ввода избыточности гарантирует надежность передачи данных. Радиомодем работает как виртуальная последовательная линия связи, при подключении к радиоканалу начинает прослушивать его и принимать сообщения.

Раздвижные автоматические двери, неспособные открываться самостоятельно. Открываются они с помощью специального реле. Открываются при полной остановке транспорта на остановочном пункте или по команде диспетчера

Также инфобус оснащен различными системами безопасности, и, в том числе, буфером, представляющим собой резиновое уплотнение спереди и сзади, способным погасить энергию удара в аварийной ситуации.

Предусматриваются, так называемые, «зеленые коридоры» для пропускания транспортного потока. Эффективная работа достигается путем коммуникаций между светофорными системами и транспортом. К примеру, инфобус может подобрать такую скорость движения, при которой к ближайшему светофору он подъедет на разрешающий сигнал. Также существует альтернативное решение для сложных перекрестков – локальный подземный путепровод в пределах перекрестка.

Остановочные пункты должны иметь достаточно большую вместимость и в момент пиковой нагрузки способность принять до 6 транспортных средств (инфобусов). Вход на остановку осуществляется через турникеты (рис. 3). Около входа располагаются терминалы оплаты проезда и выбора конечной остановки следования пассажира.

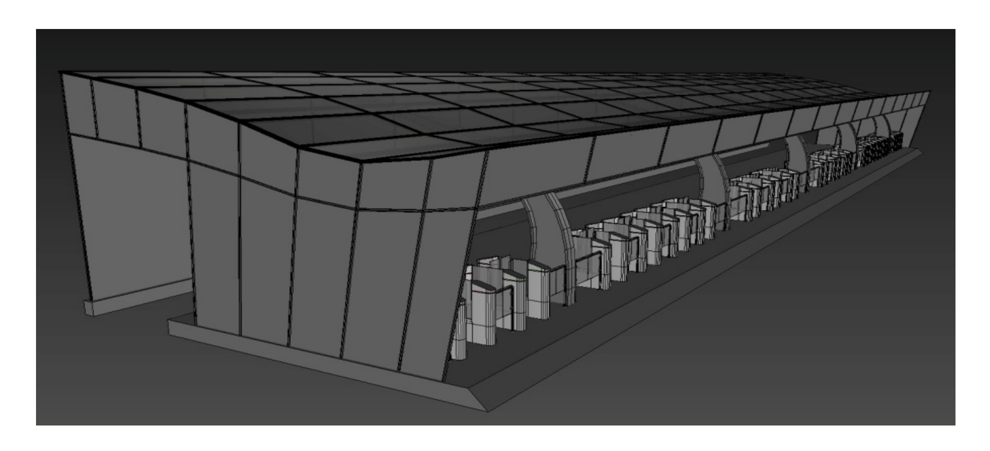


Рис. 3. Внешний вид остановочного пункта

Выводы

Автоматический транспорт – перспективное направление, учитывая темпы развития информационных технологий. Уже в ближайшем будущем роботизированные ТС заменят привычные нам виды транспорта и сделают поездку более дешевой, быстрой и комфортной. Предложенная система может быть реализована в ближайшее время.

Разрабатываемая система является надежной, безопасной в сложных дорожных ситуациях в городских районах. Система является интегрированной в существующую транспортную систему в городских районах. Разработаны инновационные решения, которые могут коренным образом изменить парадигму мобильности населения городов. Таким образом, реализация данного проекта будет способствовать развитию современных, более эффективных, систем городского транспорта

Литература

1. Михайлов А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей / А.Ю. Михайлов, И.М.Головных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 266с.
2. Стоимость сооружения 1км метро в Минске составляет от 40 до 60 млн долларов [Электронресурс]. – Режим доступа:http://minsknews.by/blog/2014/08/19/
3. Vasili Shuts, Valery Kasyanik. Mobile Autonomous robots - a new type of city public transport. / Transport and Telecommunication // Volum 12 No 4, 2011 – P.52-60.

Literatura

1. Mikhailov Modern trends in design and reconstruction of street and road networks / A. Mikhailov, I. Golovnyh. - Nauka, Novosibirsk, 2004. – p. 266.
2. 1 km of subway in Minsk costs from 40 to 60 million dollars [Elektronresurs]. –Access mode: http://minsknews.by/blog/2014/08/19/
3. V. Shuts, V. Kasyanik. Mobile Autonomous robots - a new type of city public transport. / Transport and Telecommunication // Volum 12 No 4, 2011 – p. 52-60.

RESUME

V.N.Shuts, E.E.Prolisko

Alternate transportation metro-based mobile robots

A new type of urban public transport system is discussed in the article. The system is based on information processing. This type of transport is capable to operate in intensive urban environment and carry passengers with the efficiency of metro. This type of transport is more energy saving than the existing transport systems. This is a system where information processes (gathering, processing, decision-making) are carried out continuously. Violation of any of these processes results to system crash. The basic transport unit is an autonomous electric car (INFOBUS). The capacity of each unit is up to 50 people. In contrast to the common public transport (bus, trolleybus, tram, etc.) that operates separately INFOBUS can be used only inside of the information transport system it is involved in.

Надійшла до редакції 25.09.2016